

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 36 228.9

Anmeldetag: 07. August 2002

Anmelder/Inhaber: Precision Drilling Technology Services GmbH,
Edemissen/DE

Bezeichnung: Bohrlochmessgerät für Tiefbohrungen mit einer Ein-
richtung zum Übertragen von Bohrlochmessdaten

Zusatz: zu DE 101 06 080.7

IPC: E 21 B, G 08 C, G 01 V

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 07. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident

Im Auftrag

Faust

7. August 2002

Precision Drilling Technology Services GmbH
Eddesser Straße 1
31234 Edemissen

10

Bohrlochmeßgerät für Tiefbohrungen mit einer Einrichtung
zum Übertragen von Bohrlochmeßdaten

15 Die Erfindung betrifft ein Bohrlochmeßgerät für Tiefbohrun-
gen mit einer Einrichtung zum Übertragen von in einem Bohr-
loch beim Bohren gewonnener Meßdaten nach übertage nach
Patent 101 06 080, mit einem langgestreckten Gehäuse, das
in den Spülungskanal eines Bohrstrangs einsetzbar ist, an
20 seinem angeströmten Ende eine in einen zentralen
Gehäusekanal mündende Eintrittsöffnung aufweist und stromab
der Eintrittsöffnung mittels einer Ringdichtung gegenüber
dem Bohrstrang abgedichtet ist und das eine stromab der
Ringdichtung von dem zentralen Gehäusekanal in den
25 Spülungskanal des Bohrstrangs mündende Bypassöffnung und
stromab der Bypassöffnung einen den zentralen Gehäusekanal
mit dem Spülungskanal des Bohrstrangs verbindenden
Durchgang aufweist, der durch ein steuerbares Verschlüssele-
ment eines in dem Gehäuse angeordneten, hydromechanischen
30 Signalgebers zumindest teilweise sperrbar ist, wobei das
Verschlüsselement nach Maßgabe von zu übertragende Meßdaten
bezeichnenden Signalen in gesteuerten Intervallen wieder-
holt von einer Durchgangsstellung in eine Sperrstellung,
und von dieser wieder in die Durchgangsstellung bewegbar
35 ist, um in der Bohrspülung eine kodierte Serie von positi-
ven Druckimpulsen zu erzeugen, die den Signalen entspre-

chen. In dem Gehäuse ein Stromregler mit einem Regelkolben
angeordnet ist, der in Abhängigkeit von der an einer Dros-
selblende erzeugten Druckdifferenz und der Kraft einer
Feder den Öffnungsquerschnitt der Bypassöffnung derart
5 steuert, daß der über die Drosselblende dem Signalgeber
zugeführte Teil des geförderten Spülungsstroms im wesentli-
chen konstant bleibt und der verbleibende Überschuß des
Spülungsstroms über die Bypassöffnung in den Spülungskanal
geleitet wird. Der Regelkolben des Stromreglers weist einen
10 den Durchgangsquerschnitt der Bypassöffnung steuernden
Drosselabschnitt und einen als Druckfühler dienenden Meßab-
schnitt auf. Der Drosselabschnitt und der Meßabschnitt sind
durch einen Stößel miteinander verbunden und der in dem
Gehäusekanal geführte Drosselabschnitt trennt die Bypass-
15 öffnung von dem Signalgeber und ist axial von einem die
Drosselblende bildenden Drosselkanal durchdrungen. Bei die-
ser Gestaltung kann durch den Betrieb des hydromechanischen
Signalgebers das Regelverhalten des Regelkolbens beeinflußt
werden.

20

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Bohrlochmeß-
gerät der genannten Art zu schaffen, bei welchem die
selbsttätige Anpassung der dem Signalgeber und der Bypass-
öffnung zugeführten Teilströme an unterschiedliche Förder-
25 mengen und Bohrstrangkaliber durch den Betrieb des hydrome-
chanischen Signalgebers nicht gestört wird.

Diese Aufgabe wird durch die in Patentanspruch 1 angegebene
Erfindung gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den
30 Ansprüchen 2 bis 5 angegeben.

Bei dem erfindungsgemäßen Bohrlochmeßgerät erfaßt der
Regelkolben die Druckdifferenz, die an der Eintrittsöff-
nung des Gehäuses infolge Drosselwirkung entsteht. Hier-
35 durch wirken sich die Steuerbewegungen des Signalgebers und
die damit verbundenen Änderungen der Strömung im unteren

Ende des Gehäusekanals nicht auf das Regelverhalten des Regelkolbens aus. Das erfindungsgemäße Bohrlochmeßgerät ist in einem großen Arbeitsbereich von der Förderleistung der Spülpumpen unabhängig und daher auch für unterschiedliche Bohrstrangkaliber geeignet. Durch die Auslegung des Stromreglers kann der dem Signalgeber zugeführte Spülungsstrom auf einen zur Erzeugung signifikanter Druckimpulse optimalen Wert eingestellt werden, der dann während des Betriebs durch mengenabhängige Regelung des Bypass-Querschnitts im wesentlichen konstant gehalten wird. Der Bypassstrom kann dabei je nach Größe des geförderten Spülungsstroms zwischen Null und einem Wert liegen, der gleich oder sogar größer ist als der dem Signalgeber zugeführte Spülungsstrom. Durch die automatische, druckunabhängige Anpassung des Bypassstroms an schwankende Spülförderraten werden Unterbrechungen des Bohrbetriebs, Umrüstarbeiten am Bohrlochmeßgerät und Störungen durch ungünstige Bypassquerschnitte vermieden.

Erfindungsgemäß kann weiterhin vorgesehen sein, daß der Meßabschnitt des Regelkolbens in einer in Strömungsrichtung vor der Eintrittsöffnung im Gehäuse angeordneten Kammer angeordnet ist, die von dem Meßabschnitt in zwei Räume unterteilt wird, wobei der erste auf der dem Stößel abgekehrten Seite des Meßabschnitts liegende Raum durch eine Verbindungsbohrung mit dem Spülungskanal des Bohrstrangs verbunden ist und wobei der zweite vom Stößel durchdrungene Raum durch eine von dem Stößel durchdrungene Längsbohrung mit dem dem Signalgeber zugewandten Ende des Gehäusekanals verbunden ist und eine den Meßabschnitt mit einer Federkraft beaufschlagende Druckfeder enthält. Die erfindungsgemäße Gestaltung ermöglicht die Integration des Stromreglers in das schlanke zylindrische Gehäuse eines Bohrlochmeßgeräts mit einfachen kostengünstig herstellbaren Bauelementen unter Beibehaltung eines großen den Spülungsstrom wenig hindernden Strömungsquerschnitt. Hierdurch kann der

Außendurchmesser des Bohrlochmeßgeräts so klein gehalten werden, daß es für Tiefbohr-Standardkaliber ab einer Muffengröße von 2 7/8" aufwärts verwendbar und vom Bohrturm aus durch den Bohrstrang ziehbar ist. Die erfindungsgemäße
5 Gestaltung sorgt darüber hinaus für minimale Abrasion, da scharfe Umlenkungen des Spülstroms vermieden werden.

Zur Erhöhung einer günstigen Regelcharakteristik kann die Druckfeder eine progressive Kennlinie haben. Alternativ
10 hierzu kann der Öffnungsquerschnitt der Bypaßöffnung mit zunehmendem Weg des Regelkolbens in Öffnungsrichtung degressiv zunehmen.

Nach einem weiteren Vorschlag der Erfindung kann vorgesehen
15 sein, daß das Regelverhalten des Regelkolbens stark gedämpft ist. Hierdurch wird vermieden, daß die mit Hilfe des Signalgebers erzeugten Druckimpulse den Regelkolben in Schwingung versetzen und dadurch das Regelverhalten und die Lebensdauer des Stromreglers beeinträchtigt werden kann.
20 Die Dämpfung kann auf einfache Weise durch Erhöhung des Strömungswiderstands erreicht werden, der zum Füllen und Entleeren des ersten und/oder des zweiten von dem Meßabschnitt begrenzten Raums überwunden werden muß.

25 Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert, das in der Zeichnung dargestellt ist. Es zeigen

Figur 1 einen Längsschnitt eines Abschnitts eines Bohrstrangs und eines Abschnitts eines erfindungsgemäßen Bohrlochmeßgeräts mit Stromregler und
30 hydromechanischem Signalgeber und

Figur 2 einen Querschnitt durch den Drosselabschnitt des Regelkolbens des Bohrlochmeßgeräts gemäß Figur 1.
35

Figur 1 zeigt den oberen Abschnitt eines Bohrlochmeßgeräts 1, angeordnet in dem Spülungskanal 2 einer Schwerstange 3 eines Bohrstrangs zum Tiefbohren. Das Bohrlochmeßgerät 1 weist ein aus mehreren miteinander verschraubten Gehäuse-
5 teilen zusammengesetztes Gehäuse 4 auf, welches die Form eines langgestreckten zylindrischen Stabes hat. In dem dargestellten Abschnitt des Gehäuses 4 sind ein Stromregler 5 und ein hydromechanischer Signalgeber 6 angeordnet, weitere Aggregate, wie der Antrieb des Signalgebers 6, Meßaufnehmer, Meßumformer, Signalerzeuger und Energiespeicher befinden sich in dem unteren, nicht dargestellten Abschnitt des
10 Gehäuses 4. An dem oberen Ende des Gehäuses 4 ist ein Fanghaken 7 vorgesehen, an dem das Bohrlochmeßgerät 1 mit Hilfe eines Greifers gehalten und an einem Seil in den Bohrstrang eingefahren oder aus diesem wieder herausgezogen werden
15 kann.

Der dargestellte Abschnitt des Gehäuses 4 weist an seinem oberen Ende eine Kammer 8 und sich nach unten an diese
20 anschließend einen Gehäusekanal 9 auf, der durch eine Wand 10 von der Kammer 8 getrennt ist und an seinem unteren Ende den Signalgeber 6 enthält. Der Gehäusekanal 9 ist unterhalb der Wand 10 durch Eintrittsöffnungen 11 und oberhalb des Signalgebers 6 durch Bypassöffnungen 12 mit dem Spülungskanal 2 verbunden. Die Eintrittsöffnungen 11 haben die Wirkung einer Drosselblende. Zwischen den Eintrittsöffnungen
25 11 und den Bypassöffnungen 12 ist der Spülungskanal 2 durch eine von der Schwerstange 3 gebildete Einschnürung 13 unterbrochen und das Gehäuse 4 ist gegenüber der Einschnürung 13 mittels einer Dichtung 14 abgedichtet. Der durch den Spülungskanal 2 geförderte Strom der Bohrspülung ist daher gezwungen, durch die Eintrittsöffnungen 11 in den Gehäusekanal 9 einzudringen und diesen unterhalb der Einschnürung 13 über die Bypassöffnungen 12 und/oder den
30 Signalgeber 6 wieder zu verlassen.

Der Stromregler 5 weist einen Regelkolben 15 mit einem Drosselabschnitt 16 und einem Meßabschnitt 17 auf, die durch einen Stößel 18 miteinander verbunden sind. Der Drosselabschnitt 16 ist in dem Gehäusekanal 9 im Bereich der Bypassöffnung 12 so angeordnet, daß er die Bypassöffnungen 12 verschließen oder ganz oder teilweise öffnen kann. Der Drosselabschnitt 16 besteht aus zwei konzentrischen Hülzen 19, 20, die durch zwei radiale Wände 21 miteinander verbunden sind. Durch den freien Ringraum zwischen den Hülzen 19, 20 wird ein Kanal 22 gebildet, durch den der Signalgeber 6 angeströmt wird. Der Meßabschnitt 17 ist in der Kammer 8 längsverschieblich gelagert und gegenüber der Kammerwand abgedichtet. Er unterteilt die Kammer 8 in zwei Räume 23, 24. Der Raum 23 ist durch mehrere das Gehäuse 4 durchdringende Bohrungen 25 mit dem Spülungskanal 2 verbunden. Der Raum 24 ist durch eine Bohrung 26, durch die der Stößel 18 hindurchgeführt ist, an den Gehäusekanal 9 angeschlossen. Der Raum 24 enthält außerdem eine Druckfeder 27, die den Meßabschnitt 17 mit einer Federkraft beaufschlagt.

20

Der am unteren Ende des Gehäusekanals 9 angeordnete Signalgeber 6 hat einen zylindrischen, becherförmigen Rotor 28, der von einer Statorhülse 29 umgeben ist. Die Statorhülse 29 ist zwischen einer im Gehäuse 4 drehfest angeordneten Ringscheibe 30 und einem Gewinding 31 in dem Gehäuse 4 axial fixiert und durch eine formschlüssige in einer Ausnehmung in der Ringscheibe 29 eingreifende Klaue in einer definierten Winkelstellung drehfest gehalten. Der Rotor 28 hat eine geringere axiale Länge als die Statorhülse 29 und befindet sich ebenfalls im Zwischenraum zwischen der Ringscheibe 30 und dem Gewinding 31. Mittels einer Kupplung 32 ist der Rotor 28 drehfest mit einer Antriebswelle 33 verbunden und in axialer Richtung derart an der Antriebswelle 33 abgestützt, daß er sich in einer Mittellage zwischen Ringscheibe 30 und dem Gewinding 31 befindet. Die axialen Stirnflächen des Rotors 28 stehen daher nicht in

Reibkontakt mit den ihnen gegenüberliegenden Nachbarflächen. Die Antriebswelle 33 ist in dem sich nach unten anschließenden, nicht dargestellten Abschnitt des Gehäuses 4 mittels Axialwälzlager in axialer Richtung spielfrei gelagert. Die Drehbewegung des Rotors 28 ist durch klauenartige Vorsprünge an seinem Boden, die in Ausnehmungen in der Ringscheibe 30 eingreifen, auf einen Drehwinkel von z. B. 45° begrenzt.

10 In der Wand der Statorhülse 29 sind in symmetrischer Anordnung Durchgänge 34 vorgesehen, denen Öffnungen 35 entsprechender Größe in der Wand des Gehäuses 4 gegenüberliegen. Die Durchgänge 34 und die Öffnungen 35 sind in Umfangsrichtung jeweils durch geschlossene Wandabschnitte voneinander
15 getrennt. Die Wand des Rotors 28 weist ebenfalls Durchgänge 34 auf, die in der dargestellten Position des Rotors 28 den Durchgängen 34 gegenüberliegen und ebenfalls durch geschlossenen Wandabschnitt 36 voneinander getrennt sind. Die Umfangserstreckung der Durchgänge 34 und der Wandabschnitte 37 sind so aufeinander abgestimmt, daß bei einer
20 Drehung des Rotors 28 um den vorgegebenen Drehwinkel die Wandabschnitte 37 die Durchgänge 34 verschließen.

Zum Antrieb des Rotors 28 dient ein umsteuerbarer Gleichstrommotor, der über ein Reduziergetriebe und eine elastische Kupplung mit der Antriebswelle 33 verbunden ist. Zur Erzeugung von Druckimpulssignalen wird der Gleichstrommotor mit wechselnder Stromrichtung angesteuert, wodurch er periodisch seine Drehrichtung ändert und den Rotor 28 abwechselnd in die dargestellte Durchgangsstellung oder die um z. B. 45° gedrehte Schließstellung bewegt. Die jeweilige Endstellung des Rotors 28 wird zur Steuerung des Gleichstrommotors durch einen Drehwinkelgeber erfaßt.

35 Im Betrieb wird der Spülungskanal 2 der Schwerstange 3 und das Gehäuse 4 des Bohrlochmeßgeräts 1 in der in der Zeich-

nung mit gepfeilten Linien veranschaulichten Weise von einem Spülungsstrom durchströmt, der von übertage angeordneten, an den Bohrstrang angeschlossenen Spülpumpen erzeugt wird. Der mit einem Druck P_1 in den Gehäusekanal 9 eintretende Spülstrom wird beim Passieren der Eintrittsöffnungen 11 auf einen Druck $P_2 < P_1$ gedrosselt. Die Druckdifferenz $P_1 - P_2$ wird an dem Meßabschnitt 17 des Regelkolbens 15 wirksam und ist bestrebt, den Regelkolben 15 in Richtung des Signalgebers 6 so weit zu verschieben, bis die Druckkräfte und die Kraft der Feder 27 im Gleichgewicht sind. Die Drosselwirkung der Eintrittsöffnungen 11 und die Kraft der Druckfeder 27 sind im Verhältnis zu den hydraulischen Wirkflächen des Regelkolbens 15 so ausgelegt, daß die bei geringer Fördermenge durch den Spülungsstrom erzeugte Druckdifferenz $P_1 - P_2$ nicht ausreicht, um die Federkraft zu überwinden, so daß der Regelkolben 15 in seiner oberen Anschlagstellung gehalten wird und mit seinem Drosselabschnitt 16 die Bypassöffnungen 12 bis auf einen kleinen Mindestquerschnitt verschließt. Nahezu der gesamte Spülstrom wird daher durch den Signalgeber 6 geleitet, um mit diesem ausreichend starke und deutliche Druckimpulse erzeugen zu können. Mit zunehmender Fördermenge des Spülstroms steigt die Druckdifferenz $P_1 - P_2$ an. Durch das größere Druckgefälle wird nun der Regelkolben 15 gegen die Kraft der Druckfeder 27 nach unten bewegt und die Bypassöffnungen 12 werden soweit geöffnet, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist. Nimmt die Fördermenge des Spülungsstroms weiter zu, so werden die Bypassöffnungen 12 durch den Regelkolben 15 weiter geöffnet, wodurch sich die Bypassmenge erhöht, während die durch den Drosselkanal 22 zum Signalgeber 6 geleitete Spülmengemenge im wesentlichen gleichbleibt. Der Stromregler 5 ist dadurch in der Lage die Bypassmenge zwischen einem Minimalwert und einem durch den maximalen Öffnungsquerschnitt der Bypassöffnungen 12 bestimmten Maximalwert zu regeln. In dem gesamten Regelbereich ändert sich die dem Signalgeber zugeführte Spülungs-

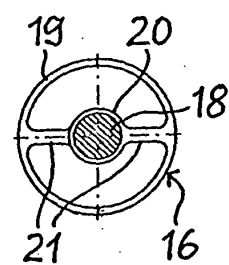
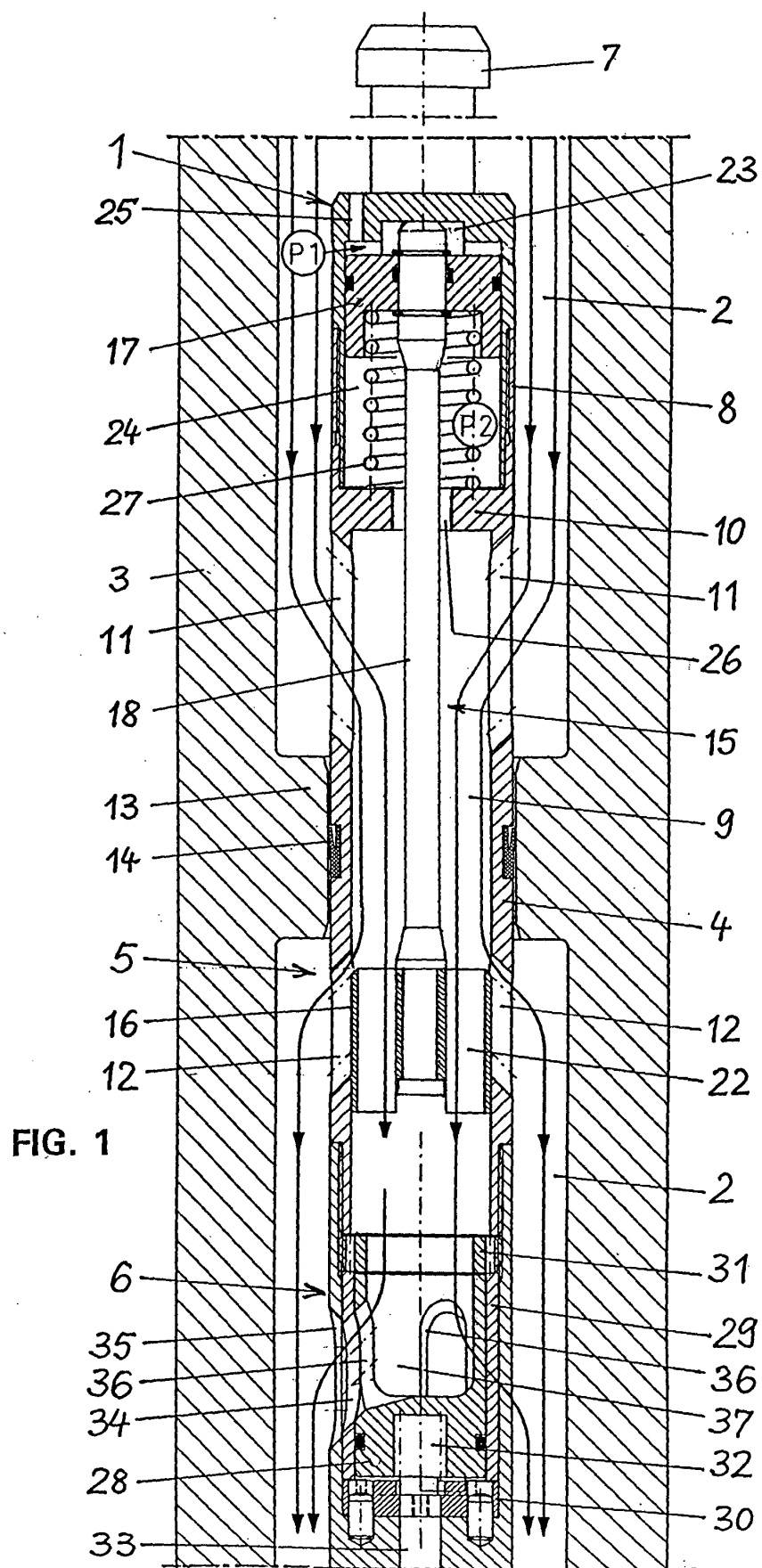
menge nur in dem Maße, in dem das zur Überwindung der Kraft der Druckfeder 27 ansteigende Druckgefälle $P_1 - P_2$ einen Anstieg der den Kanal 22 passierenden Spülmengenge bewirkt. Im Vergleich zur Änderung der Bypassmenge ist
5 dabei die Änderung der den Signalgeber 6 anströmenden Spülmengenge gering. Sie kann über die Auslegung der Federkennlinie der Druckfeder 27 beeinflußt werden. Hierbei hat sich eine progressive Federkennlinie zur Erzielung einer linearen Regelcharakteristik als vorteilhaft erwiesen. Den
10 gleichen Effekt kann man mit einer in Richtung der Öffnungsbewegung des Regelkolbens konisch verjüngten Form der Bypaßöffnungen erreichen.

Patentansprüche

- 5 1. Bohrlochmeßgerät für Tiefbohrungen mit einer Einrichtung zum Übertragen von in einem Bohrloch beim Bohren
gewonnener Meßdaten durch die Bohrspülung nach über-
tage, mit einem langgestreckten Gehäuse (4), das in den
Spülungskanal (2) eines Bohrstrangs einsetzbar ist, an
10 seinem angeströmten Ende eine in einen zentralen Gehäuse-
sekanal (9) mündende Eintrittsöffnung aufweist, stromab
der Eintrittsöffnung mittels einer Ringdichtung gegen-
über dem Bohrstrang abgedichtet ist und stromab der
Ringdichtung eine von dem zentralen Gehäusekanal in den
15 Spülungskanal des Bohrstrangs mündende Bypassöffnung
(12) aufweist und mit einem in dem Gehäuse angeordne-
ten, hydromechanischen Signalgeber (6), der stromab der
Bypassöffnung einen den zentralen Gehäusekanal mit dem
Spülungskanal des Bohrstrangs verbindenden Durchgang
20 aufweist und der ein Verschlusselement, durch welches
der Durchgang zumindest teilweise sperrbar ist, derart
steuert, daß das Verschlusselement nach Maßgabe von zu
übertragende Meßdaten bezeichnenden Signalen in Inter-
vallen wiederholt von einer Durchgangsstellung in eine
25 Sperrstellung, und von dieser wieder in die Durchgangs-
stellung bewegbar ist, um in der Bohrspülung eine
kodierte Serie von positiven Druckimpulsen zu erzeugen,
die den Signalen entsprechen, wobei in dem Gehäuse (4)
ein Stromregler (5) mit einem Regelkolben (15) angeord-
30 net ist, der in Abhängigkeit von der an der Eintritts-
öffnung (11) erzeugten Druckdifferenz und der Kraft
einer Feder (27) den Öffnungsquerschnitt der Bypassöff-
nung (12) derart steuert, daß der dem Signalgeber (6)
zugeführte Teil des in den Gehäusekanal (9) geförderten
35 Spülungsstroms im wesentlichen konstant bleibt und der
verbleibende Überschuß des Spülungsstroms über die

Bypassöffnung (12) in den Spülungskanal (2) geleitet wird.

2. Bohrlochmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Regelkolben (15) einen den Durchgangsquerschnitt der Bypassöffnung (12) steuernden Drosselabschnitt (16) und einen als Druckfühler dienenden Meßabschnitt (17) aufweist, daß der Drosselabschnitt (16) und der Meßabschnitt (17) durch einen Stößel (18) miteinander verbunden sind.
5
10
3. Bohrlochmeßgerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßabschnitt (17) in einer in Strömungsrichtung vor der Eintrittsöffnung (11) im Gehäuse (4) angeordneten Kammer (8) angeordnet ist, die von dem Meßabschnitt (17) in zwei Räume (23, 24) unterteilt ist, wobei der erste auf der dem Stößel (18) abgekehrten Seite des Meßabschnitts (17) liegende Raum (23) durch eine Verbindungsbohrung (25) mit dem Spülungskanal (2) des Bohrstrangs verbunden ist und wobei der zweite vom Stößel (18) durchdrungene Raum (24) durch eine von dem Stößel (18) durchdrungene Axialbohrung mit dem Gehäusekanal (9) verbunden ist und eine den Meßabschnitt (17) mit einer Federkraft beaufschlagende Druckfeder (27) enthält.
15
20
25
4. Bohrlochmeßgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckfeder (27) eine progressive Kennlinie hat.
30
5. Bohrlochmeßgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Öffnungsquerschnitt der Bypassöffnung (12) mit zunehmendem weg des Regelkolbens (15) in Öffnungsrichtung degressive wächst.
35



Z U S A M M E N F A S S U N G

5

Bohrlochmeßgerät für Tiefbohrungen mit einer Einrichtung
zum Übertragen von Bohrlochmeßdaten

10

Bei einem Bohrlochmeßgerät (1) für Tiefbohrungen mit einem
Signalgeber (9) zum Übertragen von in einem Bohrloch beim
15 Bohren gewonnener Meßdaten durch die Bohrspülung nach über-
tage und mit einem langgestreckten Gehäuse (4), das in den
Spülungskanal (2) eines Bohrstrangs (3) einsetzbar ist, ist
in dem Gehäuse (4) ein Stromregler (5) mit einem Regelkol-
ben (15) angeordnet, der in Abhängigkeit von der an einer
20 Eintrittsöffnung (11) des Gehäuses (4) erzeugten Druckdif-
ferenz und der Kraft einer Feder (27) den Öffnungsquer-
schnitt einer Bypassöffnung (12) derart steuert, daß der
über die Drosselblende (22) dem Signalgeber (6) zugeführte
Teil des geförderten Spülungsstroms im wesentlichen kon-
stant bleibt und der verbleibende Überschuß des Spülungs-
25 stroms über die Bypassöffnung (12) in den Spülungskanal (2)
geleitet wird.

Signatur: Figur 1

